

Praxisvortrag:

## **Richtiger Einsatz von Mesh-WLAN im Heimnetz**

Dozent: Jürgen Kraft

## Definition Mesh- WLAN

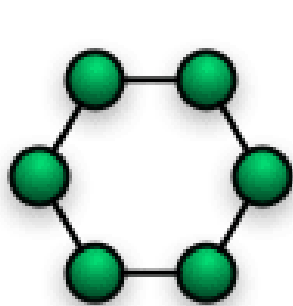
**Ein Mesh-WLAN (*englisch mesh ,ineinandergreifen, vermaschen‘*) ist ein drahtloses lokales Netzwerk aus mehreren WLAN-Komponenten, das durch Verbindung und gemeinsamer Steuerung der Komponenten (Basis und Satelliten) von den im „Mesh-Bereich“ befindlichen Endgeräten als ein einheitliches WLAN gesehen wird und einen möglichst flächendeckenden Empfang bei gleichbleibender Übertragungsgeschwindigkeit gewährleisten soll.**

**(Quelle: Wikipedia)**

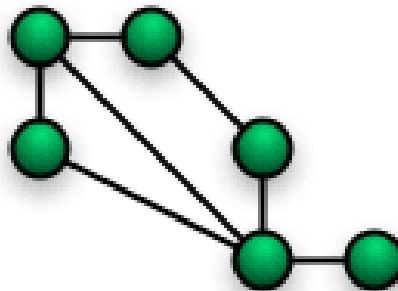
## Wie definieren die Hersteller Mesh- WLAN

- **Zusammenschluss von WLAN-Accesspoints nicht über LAN-Kabel sondern über WLAN**
- **Alle WLAN-APs haben die gleiche SSID und den gleichen WLAN-PSK (pre shared key).**
- **Die APs werden nur an einer Stelle konfiguriert. Zugangsdaten werden miteinander ausgetauscht.**
- **Einsatz von Band- und AP-Steering**
- **Optimales Roaming zwischen den APs (Seamless Roaming)**

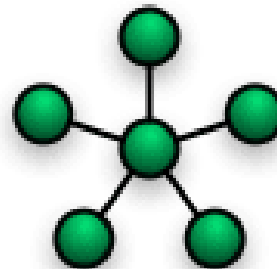
# Netzwerk Topologien



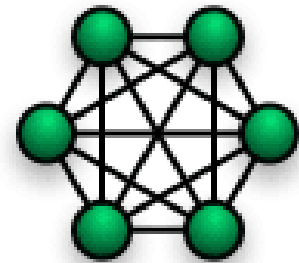
Ring



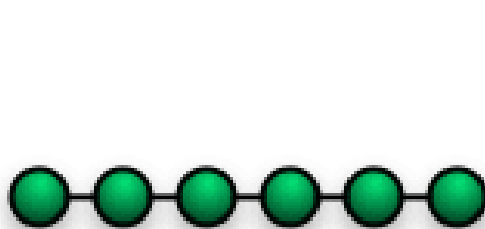
Vermascht



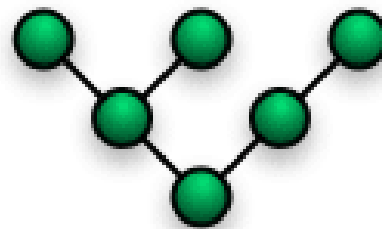
Stern



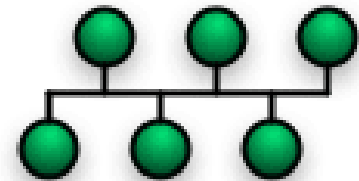
Vollvermascht



Linie

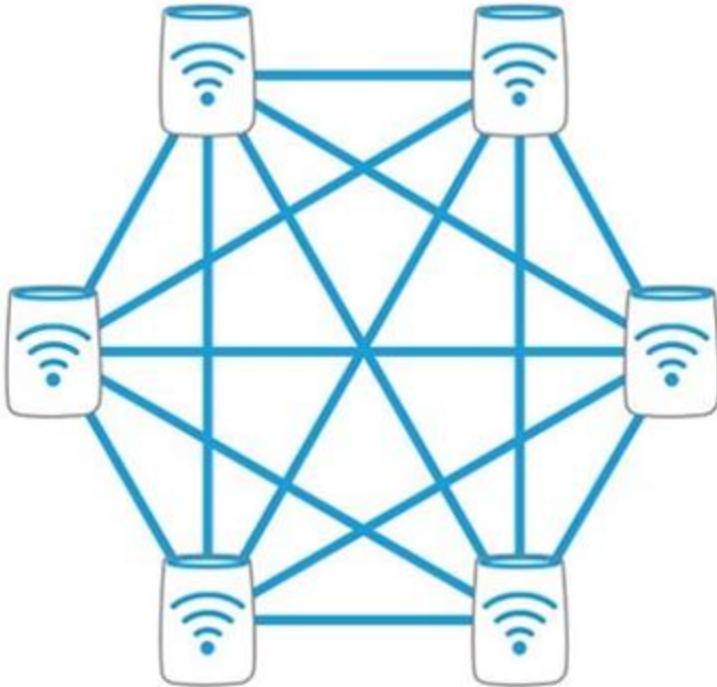


Baum

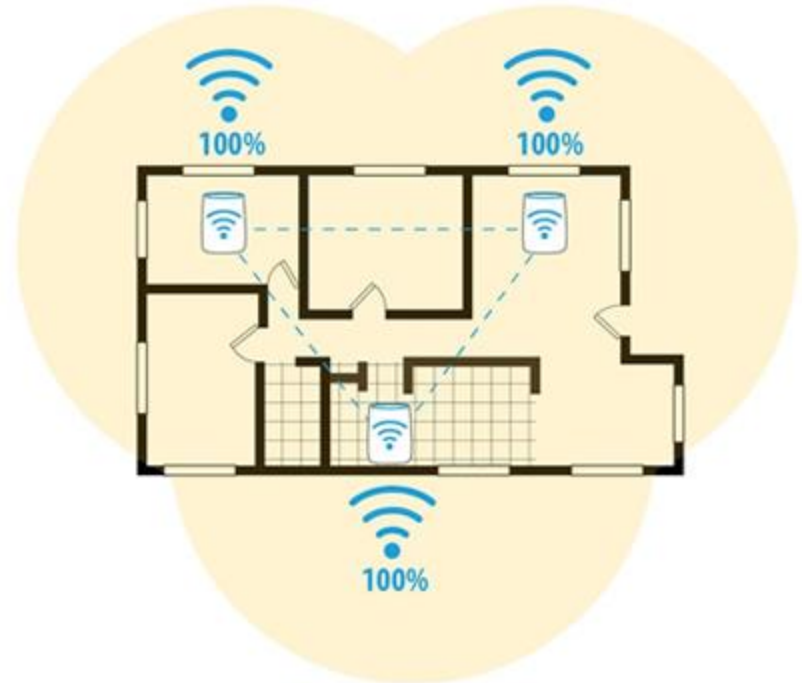


Bus

# Optimale Mesh-WLAN Topologie



**Vollvermascht**



## **Mesh-WLAN Vernetzungsmedien**

**Für die Verbindung der WLAN-APs eignen sich alle verfügbaren Netzwerkmedien.**

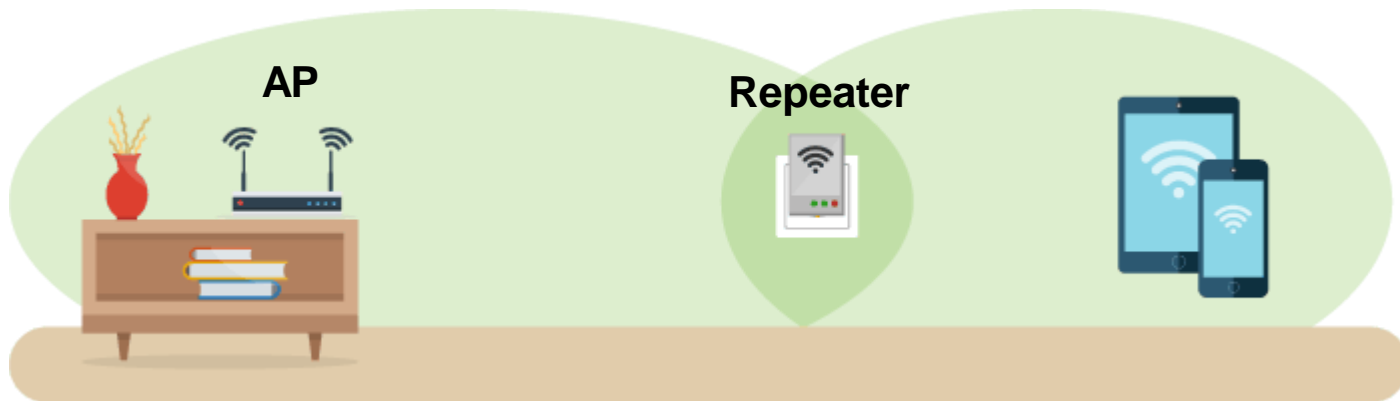
- **WLAN** (2,4 oder/und 5 GHz)
- **LAN-Kabel** (Ethernet CAT5/6/7)
- **Power-LAN** (Daten über 230 Volt Stromnetz)
- **LWL** (ggf. Ethernet <-> LWL-Konverter erforderlich)
- **SAT-Leitung** (Koax-Leitung mit Koax-Ethernet Konvertern)
- **Klingeldraht** (2-Draht Leitung mit Ethernet-Konvertern)

## WLAN Vernetzungsarten

- **WLAN-Repeater**
- **WLAN-Mesh**

# WLAN-Repeater

- **Single-Band-Repeater (meist nur 2,4 GHz)**  
Empfangen das WLAN-Signal und senden es zeitversetzt auf dem gleichen Kanal wieder aus.

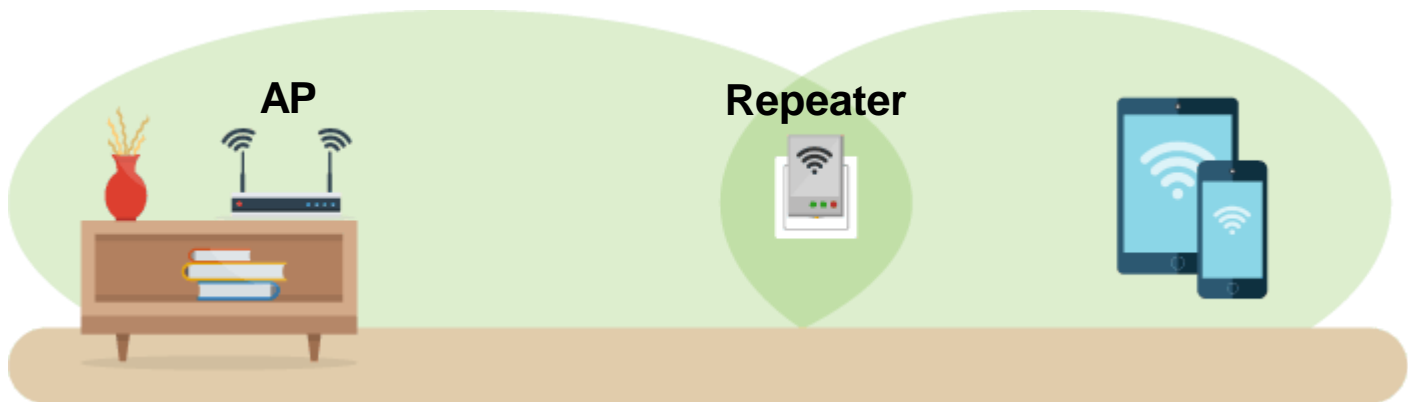


Repeater muss noch im WLAN-Empfangsbereich vom AP stehen.



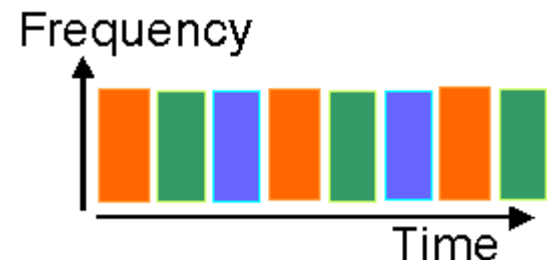
# WLAN-Repeater

- **Single-Band-Repeater (meist nur 2,4 GHz)**  
Empfangen das WLAN-Signal und senden es zeitversetzt auf dem gleichen Kanal wieder aus.



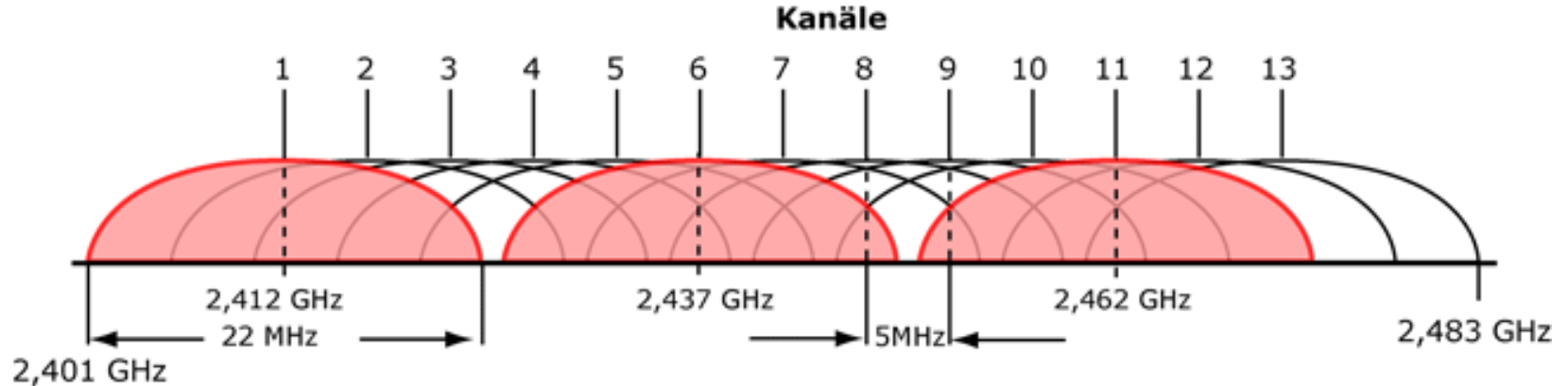
**Nachteil:** Weniger als die Hälfte der WLAN-Geschwindigkeit im gesamten WLAN-Netz als ohne Repeater

WLAN-Repeater verdoppelt alle Pakete auf dem einen WLAN-Kanal für das WLAN-Endgerät, das über den Repeater verbunden ist.



## 2,4 GHz WLAN Band in Europa

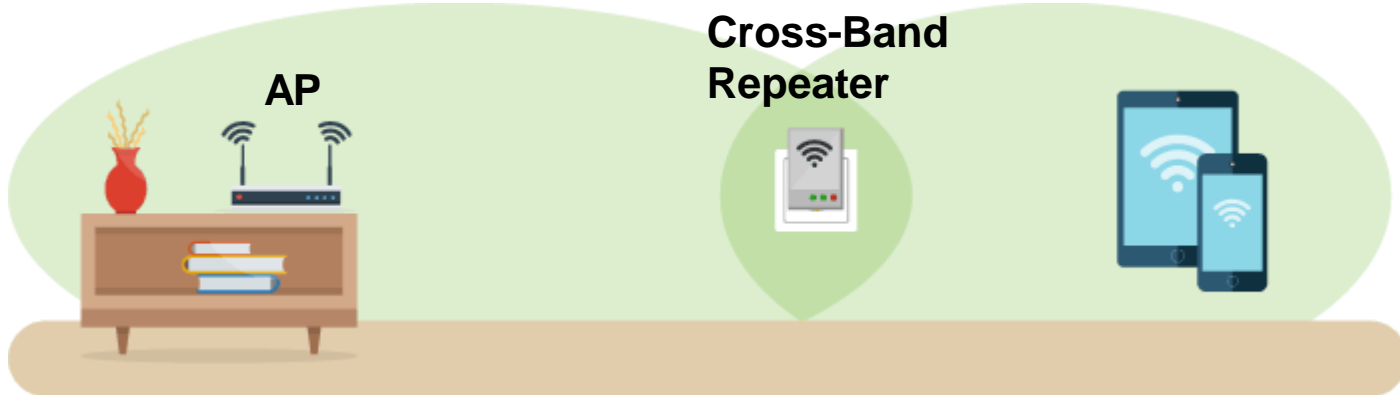
**Warum nicht einfach auf einem anderen WLAN-Kanal gleichzeitig das WLAN Signal wieder ausstrahlen?**



Kanalbelegung vom 2,4 GHz WLAN-Band

# WLAN-Repeater

- **Cross-Band Repeater (2,4 und 5 GHz simultan)**  
Empfangen das WLAN-Signal in einem Band und gleichzeitiges Aussenden auf dem anderen.



## Beispiel:

AP arbeitet im 2,4 GHz und 5 GHz Band simultan.

Cross-Band-Repeater empfängt das WLAN-Signal auf 5 GHz und sendet es auf 2,4 GHz wieder aus.

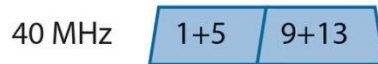
**Vorteil:** Keine doppelte Zeitbelegung der Pakete auf einem Band.

**Wichtig:** Cross-Band-Repeater sollte einen zum AP möglichst weit entfernten 2,4 GHz-Kanal verwenden um gegenseitige HF-Beeinflussung zu reduzieren.

**Nachteil:** Belegung von WLAN-Kanälen durch Verbindung AP <-> Cross-Band-Repeater.

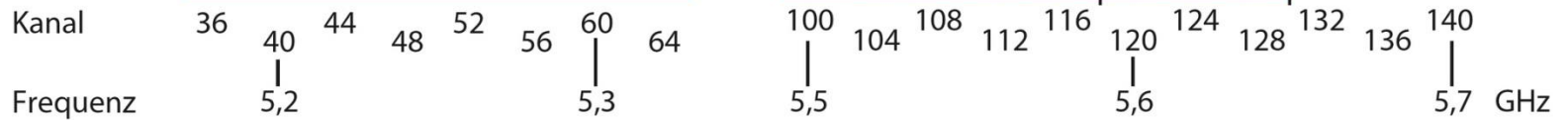
# WLAN Bänder in Europa

## 2,4-GHz-Band



## 5-GHz-Band

Kanalbreite

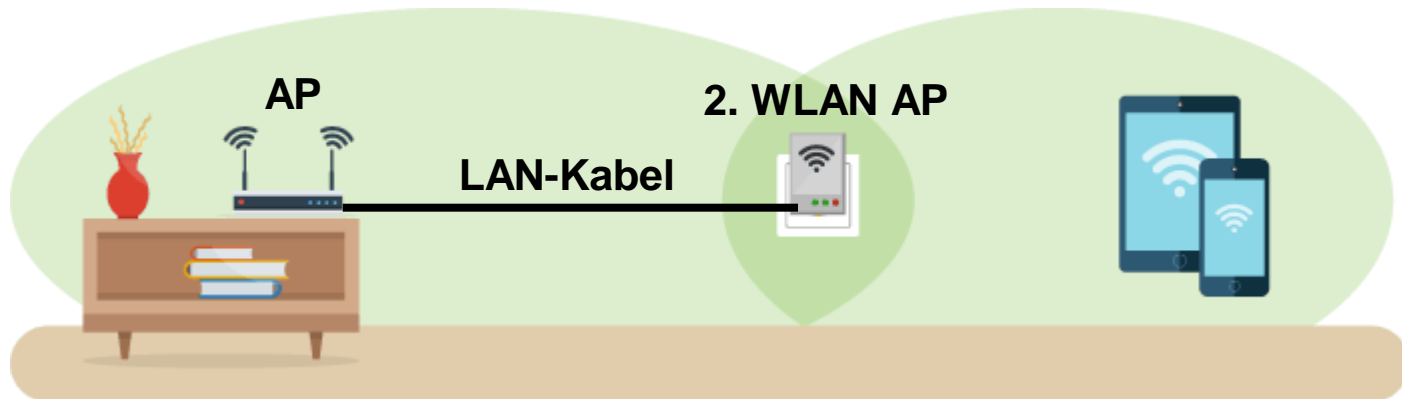


## 60-GHz-Band



## WLAN-AP per „nicht-WLAN“ verbunden

- Zweiter WLAN-AP ist z.B. per LAN-Kabel am ersten AP angeschlossen.



### Vorteile:

- Beste Anbindung des 2. APs durch eine stabile schnelle 1 Gbit/s LAN Verbindung.
- Keine WLAN-Ressourcen für Verbindung untereinander notwendig. → Mehr WLAN-Kanäle frei für Abstrahlung an den einzelnen APs.
- 2. AP braucht nicht im Reichweite-Bereich vom AP zu sein.

# Mesh WLAN

**Was unterscheidet nun einen WLAN-Repeater vom Mesh-Repeater?**



**Ein Mesh-Repeater ist ein WLAN-(Cross-Band)Repeater bzw. AP mit erweiterter Funktionalität.**

# Mesh WLAN Funktionserweiterungen

## 1. Einfaches Pairing zwischen AP und Repeater

### WPS-Verfahren

Man drückt nur noch am  
Repeater und AP auf einen  
Knopf und schon sind beide  
Geräte verbunden.



Beim Tastendruck erfolgt  
ein automatischer Aus-  
tausch von WLAN-SSID  
und WLAN-Key.

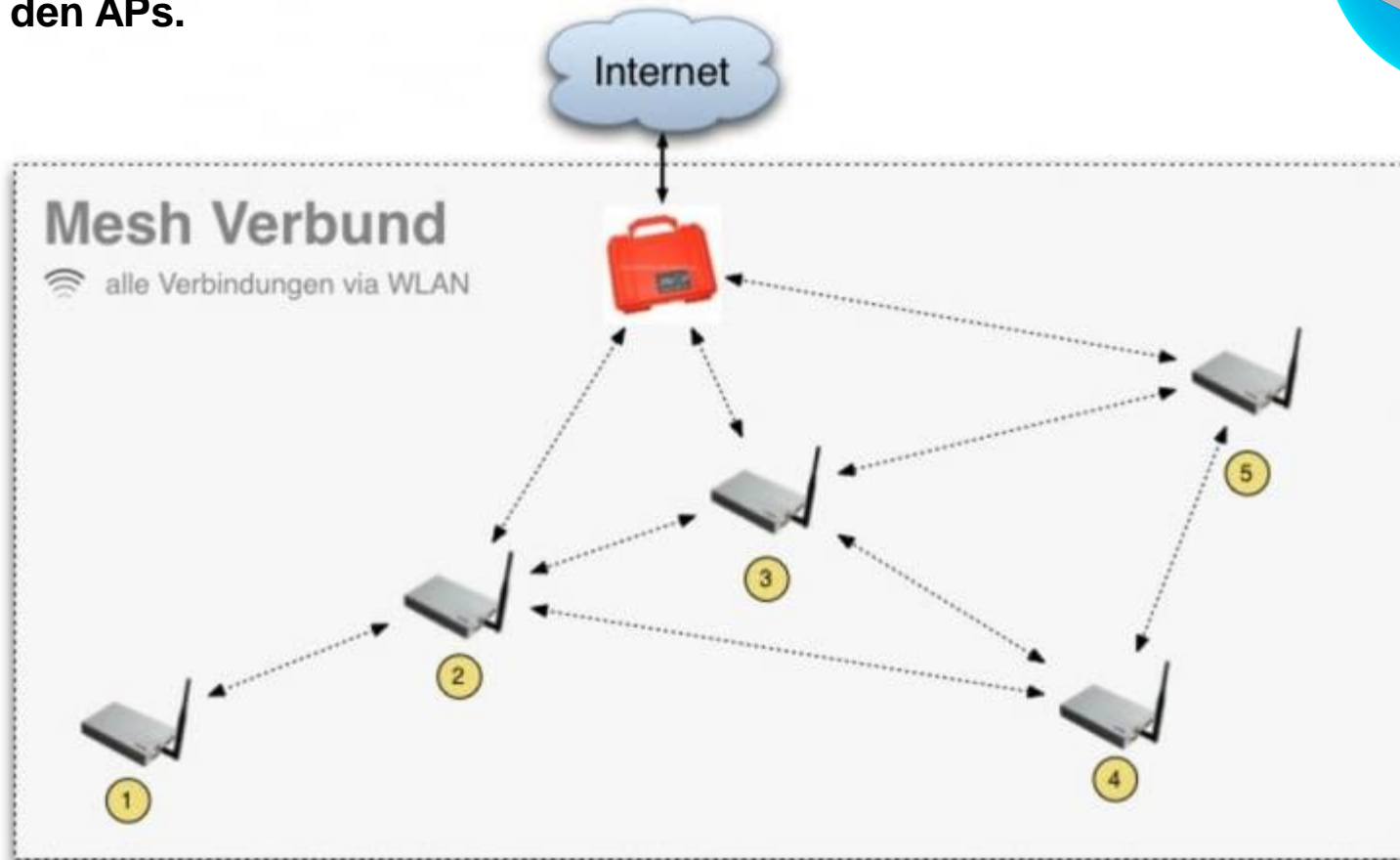
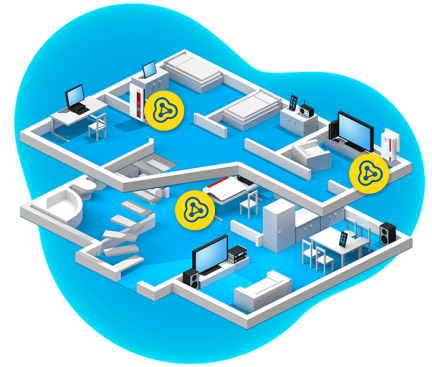


**WPS: Wifi protected Setup**  
**Herstellerübergreifend genormtes Verfahren!**

# Mesh WLAN Funktionserweiterungen

## 2. Vermaschung der WLAN-APs untereinander

Automatisches Herstellen der Backboneverbindungen zwischen den APs.

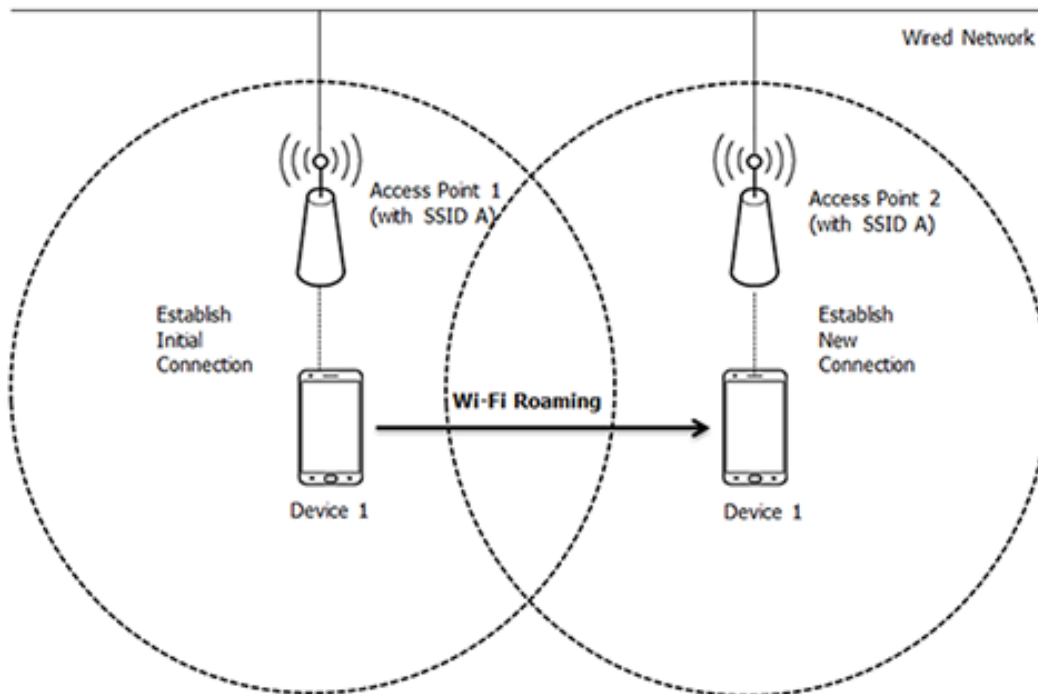
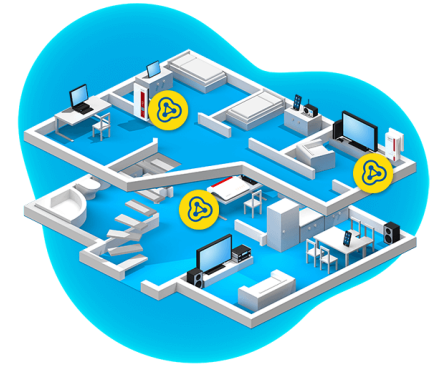




# Mesh WLAN Funktionserweiterungen

## 3. Roaming zwischen den APs

Ein WLAN-Client (z.B. Smartphone) soll möglichst ohne Verbindungsausfall zwischen den Mesh-APs hin und her wechseln.



### 1. Voraussetzung:

Alle APs haben die gleiche Netzwerkennung (SSID).

### 2. Voraussetzung:

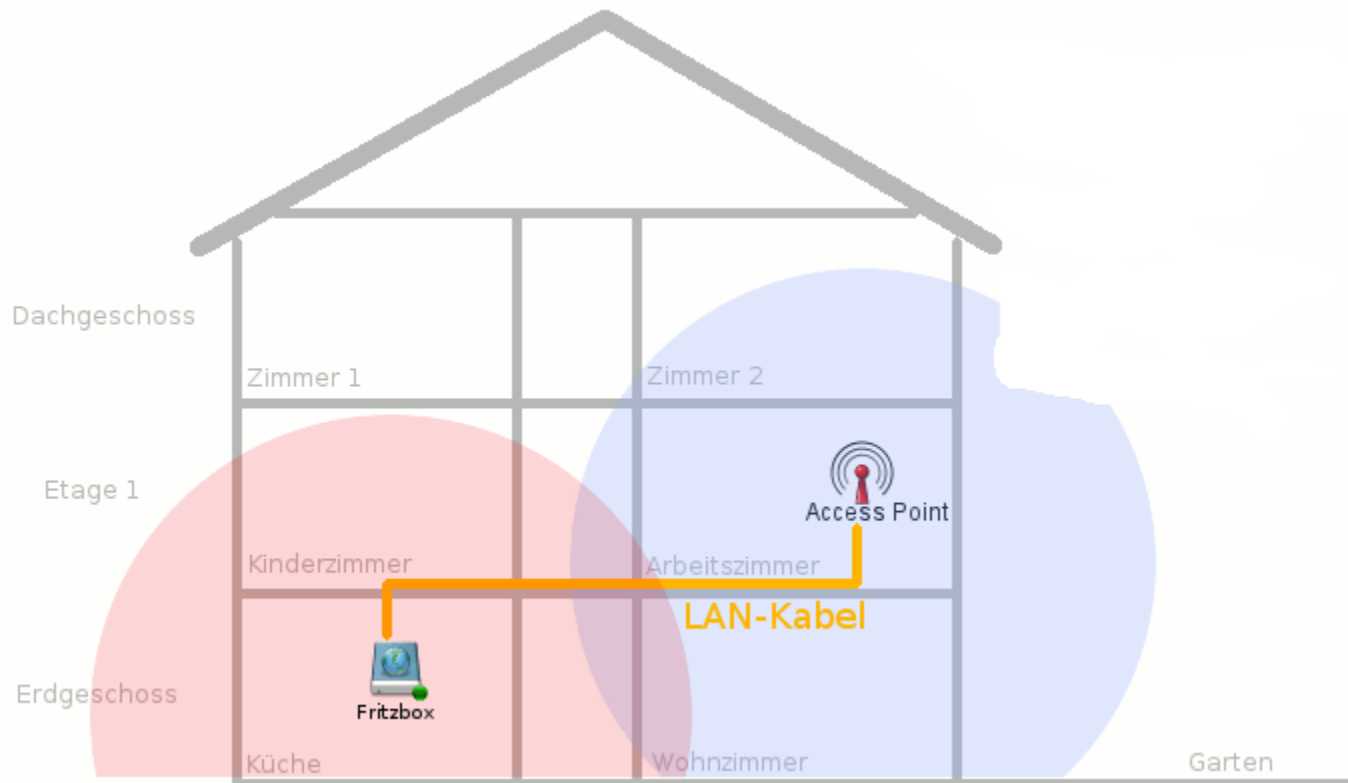
Gleiche SSID auf 2,4 und 5 GHz Band.

# Mesh WLAN Funktionserweiterungen

## 3. Roaming zwischen den APs

**Großes Problem:**

**Clients „kleben“ zu lange an einem AP fest.**

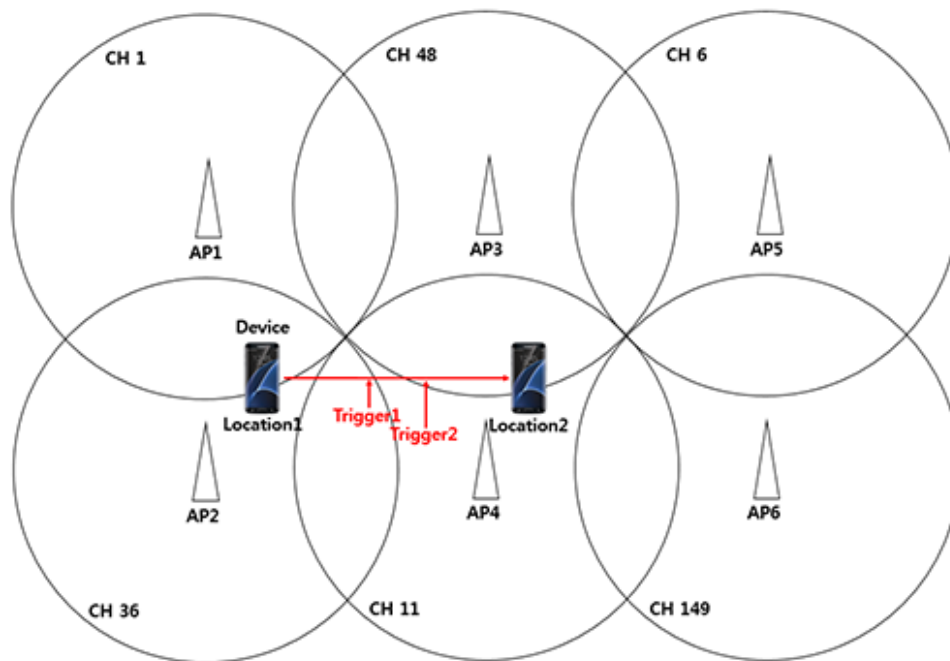


# Mesh WLAN Funktionserweiterungen

## Techniken fürs bessere Roaming zwischen den APs



### Protokollerweiterung 802.11k „Nachbar-AP-Liste“



Der Client bekommt vom Mesh-Master eine Liste mit Informationen über die Empfangsfeldstärke wie er von allen im Mesh-Verbund befindlichen APs empfangen wird.

Der Client nimmt diese Info her um schnell ohne zeitaufwendigen Bandscan auf den neuen AP zu wechseln.

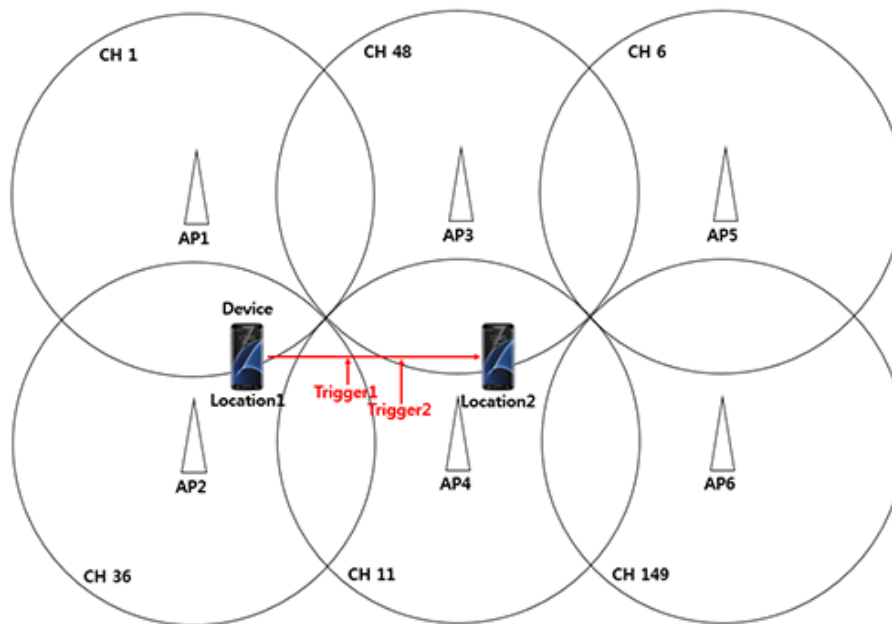
#### Wichtig:

Der Client muss den Wechsel einleiten.

Vgl. RDS-System beim UKW-Rundfunk

## Techniken fürs bessere Roaming zwischen den APs

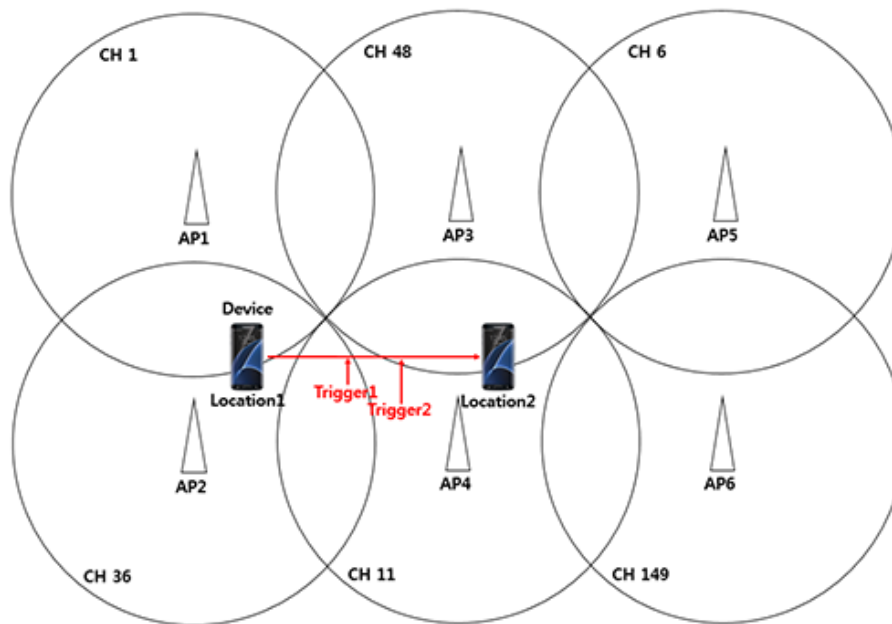
Protokollerweiterung 802.11k „Nachbar-AP-Liste“



SSID	MAC-Adresse AP	Kanal	Feldstärke dBm
Heimnetz	00:33:54:51:AE:01	1	-80
Heimnetz	00:33:54:51:AE:02	36	-116
Heimnetz	00:33:54:51:AE:BF	48	-60
Heimnetz	00:33:54:51:AE:33	11	-50
Heimnetz	00:33:54:51:AE:FF	6	-95
Heimnetz	00:33:54:51:AE:A0	149	-99

## Techniken fürs bessere Roaming zwischen den APs

Protokollerweiterung 802.11k „Nachbar-AP-Liste“



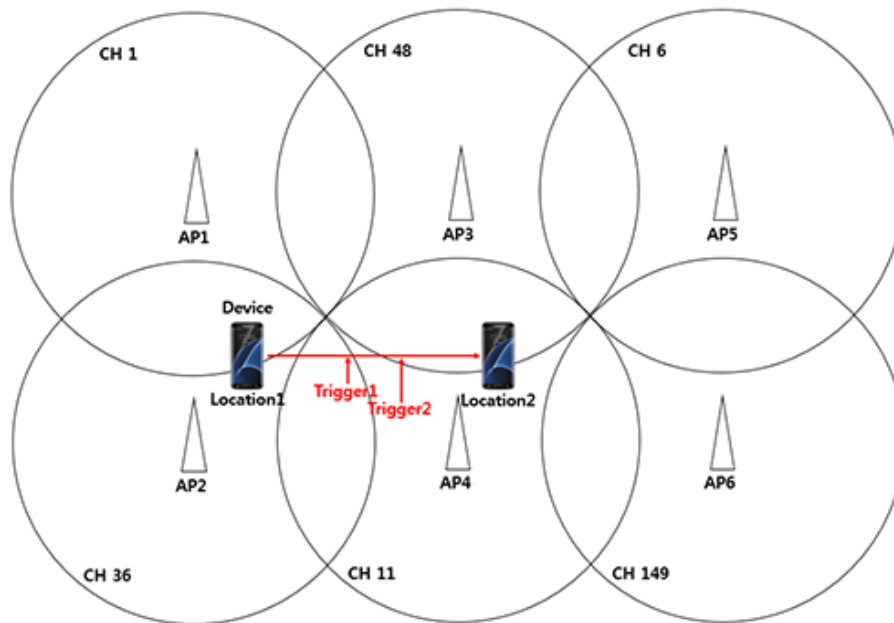
SSID	MAC-Adresse AP	Kanal	Feldstärke dBm
Heimnetz	00:33:54:51:AE:01	1	-80
Heimnetz	00:33:54:51:AE:02	36	-116
Heimnetz	00:33:54:51:AE:BF	48	-60
Heimnetz	00:33:54:51:AE:33	11	-50
Heimnetz	00:33:54:51:AE:FF	6	-95
Heimnetz	00:33:54:51:AE:A0	149	-99

**Frage:** In welchen AP bucht das Client-Device in Location 2 ein?

## Techniken fürs bessere Roaming zwischen den APs



### Protokollerweiterung 802.11k „Nachbar-AP-Liste“



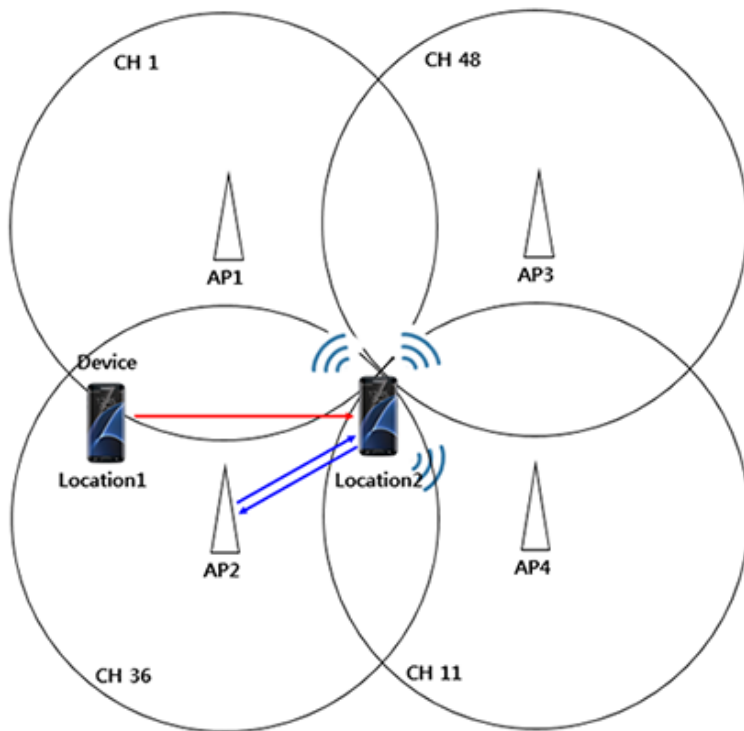
SSID	MAC-Adresse AP	Kanal	Feldstärke dBm
Heimnetz	00:33:54:51:AE:01	1	-80
Heimnetz	00:33:54:51:AE:02	36	-116
Heimnetz	00:33:54:51:AE:BF	48	-60
Heimnetz	00:33:54:51:AE:33	11	-50
Heimnetz	00:33:54:51:AE:FF	6	-95
Heimnetz	00:33:54:51:AE:A0	149	-99

**Das Client-Device wird nach den vorliegenden Messwerten in AP 4 einbuchen.**

# Mesh WLAN Funktionserweiterungen

## Techniken fürs bessere Roaming zwischen den APs

Protokollerweiterung 802.11v „Band- und AP-Steering“



## Situation:

Client-Device kommt in einen Bereich, in dem mehrere APs gleichstark empfangen werden.

-> Frage: Welchen AP verwenden?

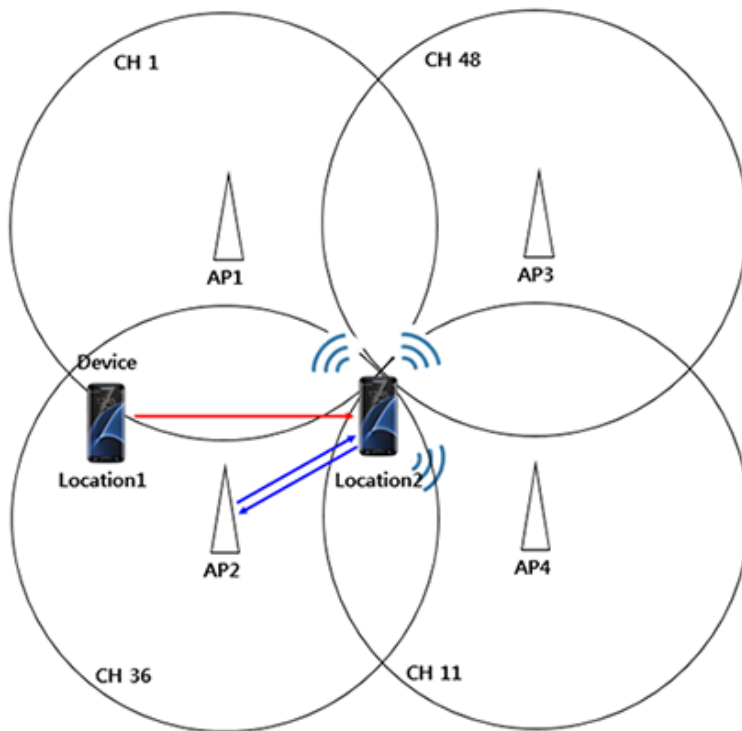
SSID	MAC-Adresse AP	Kanal	Feldstärke dBm
Heimnetz	00:33:54:51:AE:01	1	-80
Heimnetz	00:33:54:51:AE:02	36	-60
Heimnetz	00:33:54:51:AE:BF	48	-90
Heimnetz	00:33:54:51:AE:33	11	-60
Heimnetz	00:33:54:51:AE:FF	6	-95



# Mesh WLAN Funktionserweiterungen

## Techniken fürs bessere Roaming zwischen den APs

Protokollerweiterung 802.11v „Band- und AP-Steering“



### Situation:

Client-Device kommt in einen Bereich, in dem mehrere APs gleichstark empfangen werden.

-> Frage: Welchen AP verwenden?

Mesh-Master weist den Client an, einen bestimmten AP bzw. einen Kanal (2,4 oder 5 GHz) zu wählen.

Der Mesh Master zieht als Entscheidungskriterien auch die aktuelle Zahl der eingebuchten Clients und die Last auf einen AP mit ein.

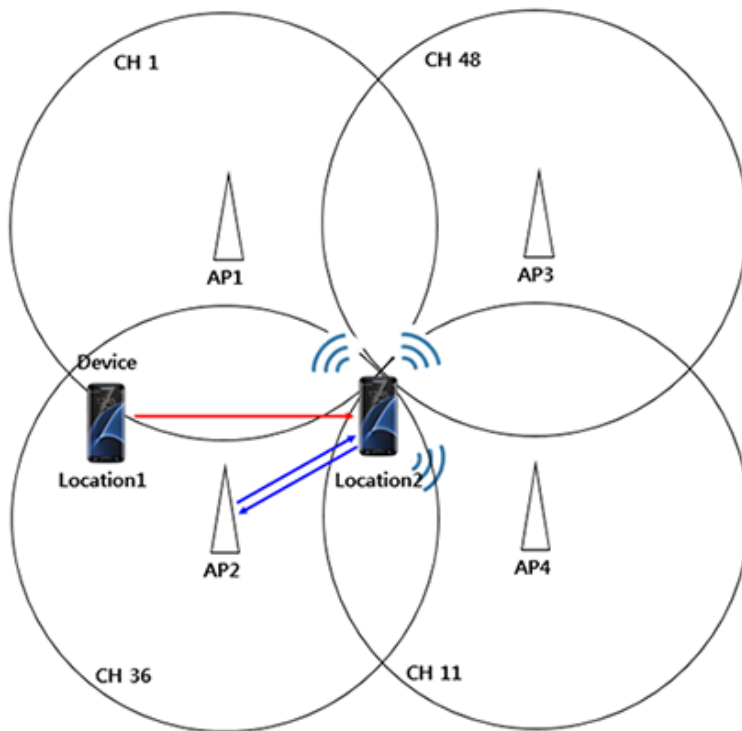
### Wichtig:

Auch hier muss der Client den Wechsel einleiten.



## Techniken fürs bessere Roaming zwischen den APs

Protokollerweiterung 802.11r „Schnelles Roaming“



Sorgt dafür, dass ein Teil der Anmeldung an einem neuen AP schon vor dem eigentlichen Wechsel auf den neuen AP passiert.

Wichtig für unterbrechungsfreies Roaming zwischen den APs.

# Mesh WLAN Funktionserweiterungen

**Roaming zwischen den APs**

## Zusammenfassung:

**Protokolle**

**802.11 k/v/r**

**sind notwendig für ein gut funktionierendes Mesh WLAN.**



## **Mesh-WLAN Hersteller (Auswahl)**

**Praktisch jeder WLAN-Hersteller hat Mesh-Repaeter im Programm.**

- **AVM**  
Sehr einfach zu konfigurieren, nur für kleine Heim-Netze, günstig
- **Ubiquiti**  
Gutes Management, auch größere Netze möglich, noch mit etwas Einlernzeit für Laien machbar, noch günstig (Unify-System)
- **Mikrotik**  
günstig, aber kompliziert in der Einrichtung, 802.11k/v fehlen aktuell
- **Asus**  
gelten als sehr performant





**„Mesh“ ist nicht genormt, d.h. die Systeme funktionieren nicht herstellerübergreifend.**

## **Mesh-WLAN Praxis**

### **Live-Demo:**

<b>AVM:</b>	<b>Fritz!Box 7590</b>	<b>Mesh-Master, Internetrouter, DNS, DHCP</b>
	<b>Fritz!Repeater 3000</b>	<b>Mesh-AP</b>
	<b>Fritz!Repeater 2400</b>	<b>Mesh-AP</b>

# Übersicht: AVM-WLAN-Mesh-Repeater

				
	<b>FRITZ!Repeater 3000</b>	<b>FRITZ!Repeater 2400</b>	<b>FRITZ!Repeater 1200</b>	<b>FRITZ!Repeater 600</b>
<b>WLAN</b>	AC+N	AC+N	AC+N	N
<b>Band (GHz)</b>	1x 2,4 und 2x 5	2,4 und 5	2,4 und 5	2,4
<b>max. MBit/s</b>	3000	2333	1.266	600
<b>Crossband Repeating</b>	✓	✓	✓	
<b>WPA2/WPA</b>	✓	✓	✓	✓
<b>WPS</b>	✓	✓	✓	✓
<b>Gigabit-LAN</b>	2	1	1	

# Fragen ?

**Vielen Dank für Eure  
Aufmerksamkeit!**